

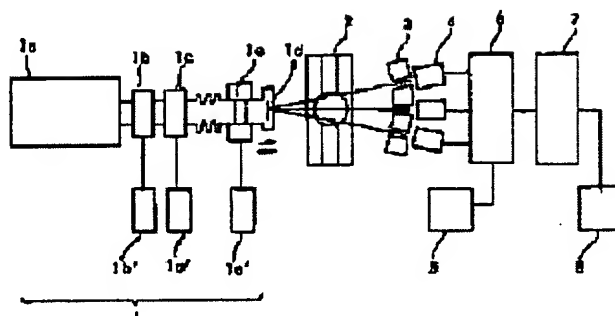
**X-RAY CT APPARATUS AND X-RAY GENERATOR**

**Patent number:** JP6269439  
**Publication date:** 1994-09-27  
**Inventor:** OKADA KATSUHIRO; others: 05  
**Applicant:** HITACHI LTD  
**Classification:**  
- **International:** A61B6/03  
- **European:**  
**Application number:** JP19930055396 19930316  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP6269439**

**PURPOSE:**To improve the X-ray utilizing efficiency of a detector and to improve an S/N by increasing the output of the detector by adding a deflecting and converging means for adjusting a position, where an electronic line collides a target, and a target moving means for moving the position of the target.

**CONSTITUTION:**On a stage before photographing, a convergence controller 1b', deflection controller 1c' and target move controller 1e' are roughly set so that the position of a focal point from a slit can be coincident with the position of an X-ray generating source, and X-rays are generated from the X-ray generator later. The X rays are passed through the slit formed by a collimator 3 and detected by plural detectors 4. The deflection controller 1c' adjusts the position, where the electronic line collides a target 1d in the XY plane of the target 1d, so as to maximize the output of the detector positioned at the center. Next, the target move controller 1e' is adjusted so as to maximize the outputs of detectors excepting for the center as well. At such a time, the X-ray generating source is always dot-shaped by the convergence controller 1b'.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-269439

(43)公開日 平成6年(1994)9月27日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

A 6 1 B 6/03

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

3 2 0 D 9163-4C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-55396

(22)出願日 平成5年(1993)3月16日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 岡田 克弘

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所エネルギー研究所内

(72)発明者 佐藤 克利

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所エネルギー研究所内

(72)発明者 川崎 智

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所エネルギー研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

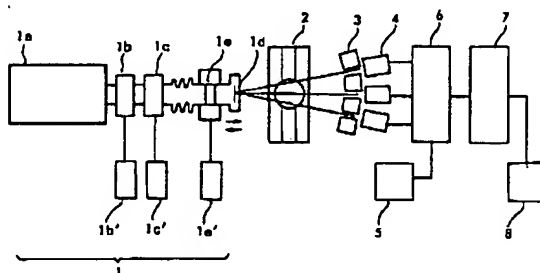
(54)【発明の名称】 X線CT装置及びX線発生装置

(57)【要約】

【構成】X線CT装置及びX線発生装置は、X線発生源の位置を3次元方向に移動できるX線発生源調節手段、及び、そのX線発生源調節手段を制御するX線発生源制御手段、更に検出器出力の状態をモニタする出力判別手段とで構成している。

【効果】X線発生源の位置を3次元方向に移動させることで高い精度でスリットからの焦点の位置とX線発生源の位置とを一致させることができる。また、検出器出力の情報を基にX線発生源の位置をフィードバック制御するので設定精度が向上し、短時間で設定できる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電子を加速するための電子線加速器と、前記電子を衝突させX線を発生するためのターゲットと、前記電子が前記ターゲットに衝突する位置を変えるための偏向装置と、前記電子が前記ターゲットにある一点で衝突するように前記電子の進路のばらつきを補正し集束させるための集束装置とから成るX線発生装置、被検体及び前記被検体を操作するスキャナ、複数のスリットを備えたコリメータ、X線強度を測定する検出器、前記検出器の出力信号を処理する信号処理装置、透過データから断層像を再構成する演算装置、画像を表示する表示装置で構成しているX線CT装置において、前記電子線の進行方向に沿って前記ターゲットの位置を変えるための移動装置を設けることで、前記偏向装置と前記集束装置と前記ターゲット移動装置とを調節しX線発生源の位置を三次元的に移動できることを特徴とするX線CT装置。

【請求項2】請求項1において、前記偏向装置と前記集束装置と前記ターゲット移動装置とを制御するX線発生源制御装置とを設けたX線CT装置。

【請求項3】請求項1または2において、前記検出器から得た情報に基づき、前記偏向装置と前記集束装置と前記ターゲット移動装置とを制御するX線発生源制御装置をフィードバック制御するX線CT装置。

【請求項4】請求項1、2または3において、前記スリットからの焦点と前記X線発生源とを前記検出器からの情報をもとに一致させる方法。

【請求項5】電子を加速するための電子線加速器と、前記電子を衝突させX線を発生するためのターゲットと、前記電子が前記ターゲットに衝突する位置を変えるための偏向装置と、前記電子が前記ターゲットにある一点で衝突するように前記電子の進路のばらつきを補正し集束させるための集束装置とから成るX線発生装置において、電子線の進行方向に沿って前記ターゲットの位置を変えるための移動装置を設けたことで、電子の進行方向に前記ターゲットの位置を移動可能としたことを特徴とするX線発生装置。

【請求項6】請求項5において、前記偏向装置と前記集束装置と前記ターゲット移動装置とを制御するX線発生源制御装置を設け、X線発生源の位置を三次元的に移動できるX線発生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、産業用X線CT装置、特に、高エネルギーX線CT装置に係わり、X線の発生源の位置を三次元的に変えることができるX線CT装置及びX線発生装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】現在、高エネルギーX線CT装置は、撮影の高速化から一回のX線照射で、多くの透過データを得

るために広がりを持つX線を利用している。今、簡単のために、扇状に広がりを持つX線を例にとり、以下説明する。X線発生源から扇状に広がったX線はコリメータにより形成されたスリットを通過し検出器に入射する。また、扇状X線を効率良く検出できるように、スリット及び検出器はある曲率で円弧状に配置する。この時、図7に示すように複数個形成された各スリットの中心線の交点がスリットからの焦点である。即ち、X線を発生した場合に、X線発生源とスリットからの焦点の位置が一致していれば、最も検出器の出力が高くなり、S/Nが向上し鮮明な断層像を撮影することができる。逆に、X線発生源とスリットからの焦点との間に位置ずれがある場合は、スリットを通過し検出器へ入射するX線の数が増減し、このため、検出器から得られる出力が低下する。これは、被検査物の断層像を撮影した場合、S/Nの低下のために断層像の劣化を招く大きな原因になる。

【0003】一般に、高エネルギーX線CT装置において、スリットからの焦点の位置とX線発生源の位置との間にずれが生じる原因は、大きく分けて二つのことが考えられる。第一に撮影前のスリットとX線発生源との相対的な位置決め不完全さから起きる場合、第二に撮影中にX線発生装置の時間的変動によりX線発生源の位置が移動する場合である。前者は、撮影の目的に応じてX線発生源と検出器との位置関係を変えた場合、或いは、X線発生装置において劣化したターゲットを交換した場合等である。後者は、X線発生装置内に付加してある電子線を集束、偏向させるための装置が時間的に変動するため、電子線がターゲットに当たる位置が変化し、その結果X線発生源の位置が初期設定の状態と異なる場合に生じる。

【0004】そこで、スリットからの焦点とX線発生源との位置ずれを修正する方法として従来は、例えば、特開昭56-45640号公報に記載のように撮影前の初期設定の段階で検出器側に微調整手段を設け、X線焦点と検出器セル間の相対配置を決めることが提案されている。

【0005】また、例えば、特開平2-267894号公報に記載のように、撮影中のX線発生源の位置、大きさ、形状を観測する手段を設け、得られた情報からX線発生器を制御しX線発生源の焦点の状態を調節することが提案されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】一般に、医療用X線CT装置では、撮影対象が人体の一部でありその大きさが限定されていることに比べ、産業用X線CT装置、特に高エネルギーX線CT装置は撮影対象とする被検査物の大きさが非常に多岐に渡る。断層像を撮影する場合の検出器とX線発生源との最適な相対位置は、検出器前面に位置しているスリットからの焦点の位置とX線発生源の位置とが一致していることは勿論のこと検出器とX線発生源との距離はS/Nの観点から短い方が鮮明な画像を得

ることができる。従って、検出器とX線発生源とをあらかじめ短い距離に設定し撮影を実施したいという要求が常に存在する。そのためには、撮影対象となる被検査物の大きさに応じてスリットの曲率を変える必要がある。スリットの曲率を変えれば、必然的にスリットからの焦点の位置も変化しX線発生源との間に位置ずれが生じ、それを修正しなければならない。このことから、高エネルギーX線CT装置の汎用性を広げるためには、スリットからの焦点とX線発生源との位置ずれ、特に検出器とX線発生源との距離方向の位置ずれを修正することが必要になってくる。また、スリットの曲率を撮影の目的に応じて交換することを考慮すると、その修正に要する負担を最小限にとどめることが極めて重要になる。

【0007】第一の従来技術は、医療用X線CT装置のように、低エネルギーX線を利用する場合は、検出器側の重量は比較的小さくて済むことから有用である。しかし、高エネルギーX線CT装置の場合は、撮影に利用するX線のエネルギーが最大十数MeV程度に達することから、コリメータを十分な奥行きにすることが必要であり、更に検出器間のクロストークによる画像の劣化を防ぐため検出器間に遮蔽を施さなければならない。そのため、コリメータ及び検出器側の重量は極めて大きくなる。従って、第一の従来技術を高エネルギーX線CT装置に適用する場合は、検出器側を調節する微調整手段の製作に多くのコストが掛かり、更に、高い精度でその位置を微調整することは困難になるという問題があった。

【0008】また、第二の従来技術は、X線発生源の最適状態をあらかじめ設定しておき、その状態と撮影中に生じる状態の変化とを比較し初期設定の状態へX線発生源の位置を2次元的に移動させ修正している。しかし、従来用いていた手段では、撮影中のX線発生源の状態を観測する場合、透過力の弱い低エネルギーX線を利用する場合には有用であるが、高エネルギーX線を利用する場合は、透過力が強いために観測することができないという問題があった。更に、X線発生源とスリットからの焦点との位置ずれを修正するには、上述したようにX線発生源の位置を2次元的に移動させるだけでは不完全であった。

【0009】本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものである。

【0010】本発明の第一の目的は、高い精度でX線発生源とスリットからの焦点の位置を合わせることで、検出器のX線利用効率を高め検出器の出力を増加して、S/Nの向上をはかり、更にそのために付加する装置の製造コスト低減を可能とするX線CT装置を提供することにある。

【0011】本発明の第二の目的は、検出器出力の情報からX線発生源の位置を調節しスリットからの焦点に位置合わせをすることにより、設定精度の向上と設定時間の短縮を可能とするX線CT装置を提供することにあ

る。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記第一の目的は、電子線がターゲットに衝突する位置を電子線の進行方向に垂直な平面の任意の位置に調節する偏向及び集束手段とターゲットの位置を電子線の進行方向に移動できるターゲット移動手段をX線CT装置に付加することにより達成することができる。

【0013】上記第二の目的は、第一の目的達成のために付加した手段に加え更に、検出器出力からの情報をもとに偏向及び集束手段とターゲット移動手段とをフィードバック制御する制御手段をX線CT装置に付加することにより達成することができる。

【0014】

【作用】本発明の第一の目的のX線発生源とスリットからの焦点との位置を高い精度で合わせるためには、電子線がターゲットに衝突する位置を電子線の進行方向に垂直な平面の任意の位置に調節する偏向及び集束装置とターゲットの位置を電子線の進行方向に移動できるターゲット移動装置をX線CT装置に付加することにより達成できる。これらの装置を付加したことで、X線発生源の位置を3次元的に移動させることができるので、高い精度でスリットからの焦点に一致させることができる。また、重量が軽いターゲット部を移動可能とすることにより、その製造に要するコストは極めて安価で済む。

【0015】本発明第二の目的のX線発生源とスリットからの焦点との設定精度の向上と設定時間の短縮には、第一の目的達成のために付加した装置に加え、更に検出器出力からの情報をもとに偏向及び集束装置をフィードバック制御する制御装置を付加することにより達成できる。これらの装置を付加したことで、X線発生源の位置をフィードバック制御することで、X線発生源とスリットからの焦点との位置を設定するときの設定精度が向上し、更に人の手を介さずに設定することができるので設定時間を大幅に短縮することができる。

【0016】

【実施例】図1は、本発明の一実施例に係るX線CT装置のブロック図である。ただし、以下で使用するX軸、Y軸、Z軸は図8に示す通りである。X線発生装置1は、電子線加速装置1aと、集束装置1b及び集束制御装置1b'と、偏向装置1c及び偏向制御装置1c'と、内部に金属板(以下ターゲットと記す)1dを有するターゲット移動装置1e及びターゲット移動制御装置1e'で構成している。集束装置1bは、電子線の集束状態を変え、偏向装置1cは、電子線の進路をXY軸方向に曲げる装置である。更にターゲット移動装置1eはターゲットの位置を、Z軸方向に移動する装置である。2は被検査物を設置するスキャナで並進及び回転走査ができる。3はコリメータでスリットの曲率を撮影の目的に応じて変えることができ、4はX線強度を測定する検出

5

器である。5は出力判別装置で、複数個並んだ検出器の出力をそれぞれモニタする。検出器の感度補正も同時に実施する。6は検出器の出力信号を処理する信号処理装置で、7は被検査物の透過データから断層像を再構成する演算装置、8は画像を表示する表示装置である。ここで、電子線発生装置1aで発生した電子線を、ターゲット1dに衝突させた場合、その衝突により制動X線が得られ、衝突した位置がX線発生源の位置になる。

【0017】スリットからの焦点の位置とX線発生源の位置を一致させる方法は、例えば以下のようにする。撮影前の段階において、集束制御装置1b'、偏向制御装置1c'及びターゲット移動制御装置1e'をおおよそ設定した後、X線発生装置1からX線を発生する。この時、発生したX線は、コリメータ3で形成しているスリットを通過し、その後方に位置する複数個の検出器4により感知される。検出器4から得られる出力信号は出力判別装置5に送られる。中央に位置している検出器の出力が最大になるようにターゲット1dのXY平面内で電子線がターゲット1dに衝突する位置を偏向制御装置1c'で調節する。その状態を固定したままで、次に上記中央に位置している検出器以外の検出器の出力も最大になるようにターゲット移動制御装置1e'を調節する。この時、集束制御装置1b'により常時X線発生源を点状に維持する。尚、本実施例で用いた方法のフローチャートを図6に示す。X線発生源の径状を観測するものとして、例えば、特開平3-257391号公報に記載されているように、X線をX線増感紙に入射させ、その蛍光を蛍光性光ファイバをマトリックス状に設けたもので受けX線の照射領域や強度分布を測定する方法や、例えば、特開平3-251787号公報に記載のように、マイクロチャンネルプレートに荷電粒子を入射させ、そこで増幅される電子により蛍光板を発光させ、その状態を撮像する方法がある。

【0018】このようにして、被検査物を撮影する前の段階で、X線発生源の位置を3次元的に移動することでスリットからの焦点との相対位置を最適に設定することができる。

【0019】以上詳述したように、X線発生源の位置をXY軸方向と、特にZ軸方向に移動できるようにしたことでスリットからの焦点との相対位置を高い精度で設定することができる。このため、撮影の目的に応じてスリットの曲率を自由に変えることができ、高エネルギーX線CT装置としての撮影対象が大幅に広がる。

【0020】なお、本発明はこの実施例に限定されるものではない。例えば、上記実施例では、集束制御装置1b'、偏向制御装置1c'及びターゲット移動制御装置1e'をそれぞれ独立に操作したが、図2に示すように、例えば、X線発生源制御装置9を使い任意の位置にX線発生源を設定することができる。つまり、このX線発生源制御装置9は、集束制御装置1b'、偏向制御装置

6

置1c'及びターゲット移動制御装置1e'を包括的に制御するものである。

【0021】更に、例えば、図3に示すように、X線発生源制御装置9を出力判別装置5で得た検出器出力の情報を基にフィードバック制御する。このため、人の手を介さずにスリットからの焦点にX線発生源を合わせることができるので、その設定に要する時間が短縮し、また設定精度も向上する。

【0022】図4は、本発明の一実施例に係わるX線発生装置の構成図である。

【0023】1bは集束装置、1cは偏向装置である。また、ターゲット移動装置1eはターゲット移動制御装置1e'によりターゲット1dの位置をZ軸方向に移動させる装置である。この時、縮性があり、更に内部の真空度を保つことができる接合器具1fによりビームダクト1gは接続されている。ターゲット移動装置1eの構成は、例えば、以下のようにする。支持腕10の一端をビームダクト1gに固定して、他端を支持台11に固定してあるガイドレール12上に設置する。このガイドレール12の設置方向は、Z軸と一致するようにする。また、ねじ13は、支持腕10のねじ孔10aにねじ込みであり、ねじ13がモータ14とねじ軸15を介して回転することにより支持腕10はガイドレール12上をZ軸方向に並進走査することができる。このようにして、ターゲット1dの位置をZ軸方向任意の位置に変えることができる。

【0024】上述したように、ターゲット移動装置1dを上記X線発生装置に付加したことでターゲットの位置を電子線の進行方向に変えることができる。

【0025】なお、本発明は上記実施例に限定されたものではない。例えば、上記実施例では、ターゲット移動制御装置1e'を操作することでターゲットの位置をZ軸方向に移動したが、図5に示すようにしてもよい。例えば、集束装置1b、偏向装置1cには、電子の進路の周りに複数個の偏向電磁石と集束電磁石とが付加しており、そこに流す電流の大きさを変化させることで電子線の集束、偏向の状態を変えることができるように構成する。更に、実施例のターゲット移動装置を加える。この時、X線発生源制御装置9により集束装置1b、偏向装置1cの働きと、ターゲット移動装置1eの働きを制御することで、電子線がターゲット1dに衝突する位置をXY平面上の任意の位置へ設定することができ、またターゲット1dの位置をZ軸方向に変えるので、X線発生源の位置を3次元的に移動することができる。

【0026】

【発明の効果】本発明では、X線発生源の位置をXYZ軸の3次方向に移動させるX線発生源調節手段をX線発生装置に付加したことで、スリットからの焦点とX線発生源との位置ずれを高い精度で修正することができる。そのため、検出器のX線利用効率が高まり、S/Nが向

7

上する。本発明で付加した装置は、コリメータ及び検出器側の位置調節機構の製作コストに比べ低コストで実現できる。また、検出器から得た出力信号を基にX線発生源制御装置をフィードバック制御することで、X線発生源とスリットからの焦点との相対位置を人の手を介さずに設定することができる。これは、設定時間の短縮と設定精度の向上につながる。

【0027】従って、スリットとからの焦点とX線発生源との最適な相対位置を容易に、更に高い精度で定めることができるようになったことで、撮影の目的に応じて自由にスリットの種類を変えることができる。その結果、検出器のS/Nが向上し歪のない鮮明な画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

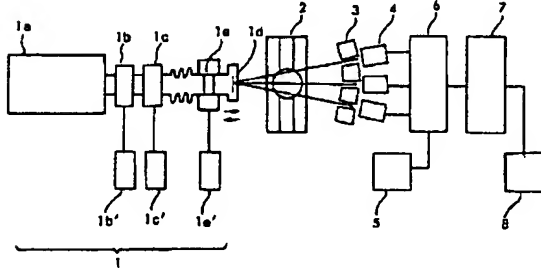
【図1】本発明のX線CT装置に係わる一実施例を示すブロック図。

【図2】本発明のX線CT装置に係わる他の実施例を示すブロック図。

【図3】本発明のX線CT装置に係わる他の実施例を示すブロック図。

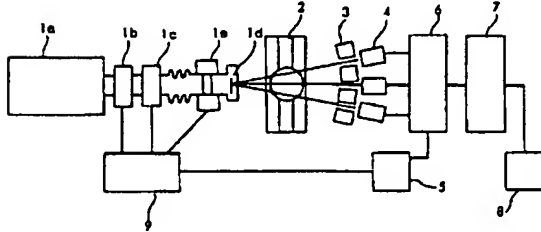
【図1】

図 1



【図3】

図 3



8

【図4】本発明のX線発生装置に係わる一実施例を示すブロック図。

【図5】本発明のX線発生装置に係わる他の実施例を示すブロック図。

【図6】本発明のX線CT装置に係わるX線発生源とスリットからの焦点との位置決め方法を表すフローチャート。

【図7】コリメータにより形成されたスリットからの焦点を示す説明図。

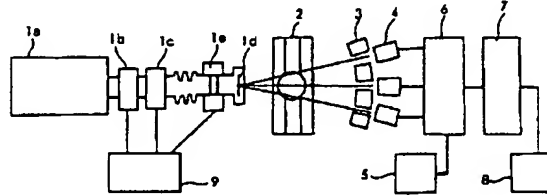
10 【図8】本発明のX線発生装置に係わり電子線がターゲットに衝突する位置、及びそのターゲットの位置を示す説明図である。

【符号の説明】

1…X線発生装置、1a…電子線加速装置、1b…集束装置、1b'…集束制御装置、1c…偏向装置、1c'…偏向制御装置、1d…ターゲット、1e…ターゲット移動装置、1e'…ターゲット移動制御装置、1f…接合器具、1g…ビームダクト、2…スキャナ、3…コリメータ、4…検出器、5…出力判別装置、6…信号処理装置、7…演算装置、8…表示装置。

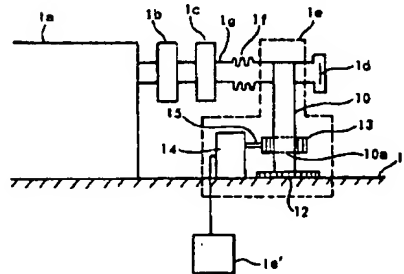
【図2】

図 2



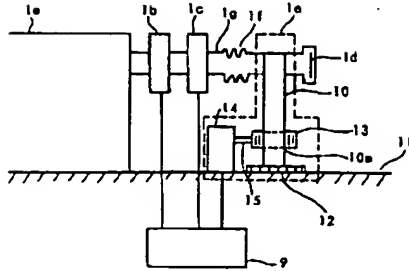
【図4】

図 4



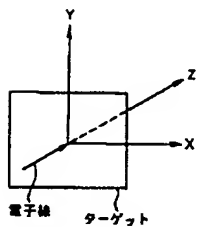
【図5】

図 5



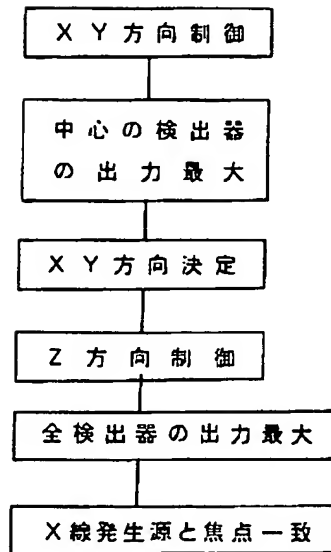
【図8】

図 8



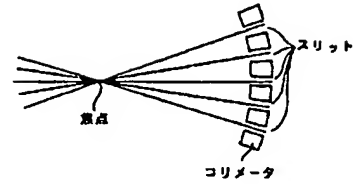
【図6】

図 6



【図7】

図 7



フロントページの続き

(72)発明者 北口 博司  
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株  
式会社日立製作所エネルギー研究所内

(72)発明者 宮井 裕史  
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株  
式会社日立製作所エネルギー研究所内  
(72)発明者 出海 滋  
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株  
式会社日立製作所エネルギー研究所内